

1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 円筒状の回転子鉄心の外周に設けた回転子巻線収納用軸方向スロットに、回転子巻線及び絶縁材を納め、外周側に楔を挿入して前記スロット内に固定する構造を有し、前記回転子巻線の冷却手段として、前記回転子鉄心端部からとり入れた冷却ガスにより前記回転子巻線を冷却し、前記楔に設けられた排気穴から前記冷却ガスを排出する通風路を有する回転子を備えた回転電機において、楔は回転軸方向に傾斜させた排気穴を有し、かつ、回転子上の位置に応じて排気穴の傾斜の向きが異なる様に配置した回転子を備えたことを特徴とする回転電機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の目的】

【0002】

【産業上の利用分野】 本発明は主にタービン発電機等の円筒形回転電機に係り、その機内通風冷却の改善に関する。

【0003】

【従来の技術】 タービン発電機等の回転電機では回転子コイルを冷却するためにコイル導体を冷却ガスと直接接触させて冷却するいわゆる直接冷却方式が広く採用されている。

【0004】 幾つかの直接冷却方式の内、ラジアルフロー方式は構造が簡単に割りに冷却性能が良い等の理由により、3000rpm又は3600rpmの中容量火力タービン発電機及び1500rpm又は1800rpmの大容量原子力タービン発電機等に広く採用されている。

【0005】 一方、この回転子と組み合わせる固定子の冷却構造としては5セクション方式、7セクション方式、13セクション方式等がある。これらの方式では、固定子鉄心を、半径方向の冷却ガス通気用ダクトを有する構造としており、いわゆる給気セクションと排気セクションを軸方向に交互に連ねた構成としている。給気セクションと排気セクションを含めた全セクション数により5セクション方式、7セクション方式等と呼ばれるのであり、原理的には類似の通風経路を有する方式であると言える。

【0006】 以下、図6、図7を参照してラジアルフロー方式回転子と5セクション方式固定子を組み合わせたタービン発電機の機内通風冷却の概要を説明する。図6では、対称性により右半面に通風経路を矢印に示し、左半面に各部品を符号で示している。機内冷却ガスは回転子(1)に取付けられた軸流ファン(2)によってヘッドを高められ、一部は回転子(1)のリテイニングリング(3)の下から回転子(1)にとり入れられ、回転子(1)に納められている図示しない回転子巻線を冷却し、楔排気穴(4)からエアギャップ(5)へと排出さ

れる。また、前記軸流ファン(2)にてヘッドを高められた冷却ガスの他の一部は、固定子巻線端部(6)等を冷却しながら通過し給気通風路(7)を通過し給気室(8)に入り、固定子鉄心(9)の一部分を成す固定子鉄心給気セクション(10)の、図示しない半径方向通気用ダクトを外周側から内周側へと流れ、固定子鉄心給気セクション(10)内の鉄心及び図示しない固定子巻線を冷却し、エアギャップ(5)へと流れる。また、前記軸流ファン(2)によってヘッドを高められた冷却ガスの残りの部分は一部が図示しない経路を通過して固定子端部を冷却する他、多くはエアギャップ端(11)からエアギャップ(5)へと流入する。回転子(1)の楔排気穴(4)からエアギャップ(5)へ排出された冷却ガスの一部と、固定子鉄心給気セクション(10)からエアギャップ(5)へと流入した冷却ガスの一部と、エアギャップ端(11)からエアギャップ(5)へと流入した冷却ガスは、固定子鉄心端部排気セクション(12)内の図示しない半径方向通気ダクトを外周側から外周側へと流れ、同セクション内の鉄心及び図示しない固定子巻線を冷却して、端部排気室(13)へ流れ、冷却ガスクーラ(14)に流れ込み、ここで冷却される。また、回転子(1)の楔排気穴(4)からエアギャップ(5)へと排出された冷却ガスの残りの分と、固定子鉄心給気セクション(10)からエアギャップ(5)へと流入した冷却ガスの残りの分とは、固定子鉄心中央部排気セクション(15)内の図示しない半径方向通気ダクトを外周側から外周側へと流れ、同セクション内の鉄心及び図示しない固定子巻線を冷却して、中央部排気室(16)へ流れ、排気通風路(17)を通過して冷却ガスクーラ(14)に到り、ここで冷却される。以上の様な経路で発電機(18)内の各部を冷却し、自らは温度が上昇した冷却ガスは、冷却ガスクーラ(14)で冷却され、軸流ファン(2)へと導かれ、再び発電機(18)内部を循環する。なお、以上の説明における固定子巻線の冷却は、固定子巻線主絶縁を介して熱伝達が行われる間接冷却であり、中容量火力タービン発電機等では固定子巻線冷却は専らこの間接冷却によっており、比較的簡単な構造を得ている。一方、大容量原子力タービン発電機等では、上記の方法に加え、固定子巻線内部に冷媒を流す直接冷却方式と併用している。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、中容量火力タービン発電機の様な固定子巻線冷却を専らこの間接冷却方式によっている簡便な構造によって、発電容量の増大を計った場合、冷却ガス温が高い為、冷却条件が不利な固定子鉄心給気セクション(12)、(15)内の固定子巻線温度をできるだけ均一化し、固定子巻線最高温度を下げる必要がある。ところがすでに説明した図6の様な方式では、回転子(1)の楔排気穴(4)から排出される冷却ガスがかなり高温になっており、これと、他

3

経路からエアギャップ(5)に入ってきた比較的低温の冷却ガスが充分に混合せずに固定子鉄心排気セクション(12)、(15)に流れる為、固定子鉄心排気セクション(12)、(15)内の固定子巻線温度の均一化は難しい。この様子を図8(a)に示す。この図では理解を助ける為、固定子鉄心(9)の半径方向通気ダクト(19)、鉄心内固定子巻線(20)、積層鉄心ブロック(21)が簡単に示してある。固定子鉄心中央部排気セクション(15)の中央部と端部排気セクション(12)の中央付近で固定子鉄心(9)の中央寄りの位置において、回転子(1)の換排気穴(4)からエアギャップ(5)に排出された比較的高温の冷却ガスが、その他の比較的低温の冷却ガスとほとんど混合せずに半径方向通気ダクトに流入している為、鉄心ダクト内ガス温度 T_{duct} にピークを生じ、固定子巻線温度 T_{coil} にもピークが生じている。なお、図8(a)におけるエアギャップ(5)内の矢印は冷却ガスの混合状態を概念的に表したものであり、流線ないし流路を表示したのではない。

【0008】以上に示した様に従来技術では固定子巻線温度の均一化が難しく、固定子巻線温度 T_{coil} の最高値を低くできない事が容量増大に対する制約となっていた。特に、仕様上・電気特性上の様々な要求からエアギャップ(5)を狭く設計する必要がある事が多く、この場合のエアギャップ(5)内の冷却ガスの混合不充分による鉄心排気セクション(12)、(15)内の鉄心ダクト内ガス温度 T_{duct} 及び固定子巻線温度 T_{coil} の不均一が、ますます著しい傾向となっていた。固定子巻線 T_{coil} の最高値が高いことは信頼性・長寿命化の点からも好ましくない。

【0009】そこで、本発明ではエアギャップの冷却ガスの混合を促進し、固定子鉄心排気セクション内の鉄心ダクト内ガス温度及び固定子巻線温度を均一化し、もって固定子巻線温度の最高値を抑制し、これによって容量増大への制約を減じ大容量化を実現する一方、エアギャップ(5)を狭くした設計にも対応できる様に、信頼性・長寿命化にも資することを目的とする。

【0010】

【発明の構成】

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明では図2(a)、(b)に示される様な、換排気穴(4)に回転軸方向の傾斜角を持たせた回転子楔(22)を用いる。この回転子楔(22)を回転子(1)上に配置し、回転子楔(22)の回転子(1)上の位置に応じ換排気穴(4)の傾斜の向きをタービン側向きないし反タービン側向きとして混在させる。一例として図1に示される様に、回転子を周方向に4分割した中心角 90° の領域ごとに換排気穴(4)の傾斜の向きを切り替えた配置とする。なお、比較の為、従来の回転子楔を

4

【0012】

【作用】以上の様な構成により、回転子(1)の換排気穴(4)から排出された冷却ガスに回転軸方向の速度成分を適宜向きを委ねて与えることにより、この回転軸方向の速度成分を利用してエアギャップ(5)内の冷却ガスの混合を促進し、固定子鉄心排気セクション(12)、(15)内の鉄心ダクト内ガス温度及び固定子巻線温度を均一化し、もって固定子巻線温度の最高値を抑制しうる。

【0013】

【実施例】以下に図1～図3を参照して本発明の一実施例について説明する。尚、固定子楔は図6に示した従来例と同様であるので、これも参照されたい。

【0014】(実施例の構成)本実施例では図2(a)、(b)に示される様な、換排気穴(4)に回転軸方向の傾斜角を持たせた回転子楔(22)を用い、図1に示される様に、回転子を周方向に4分割した、中心角 90° の領域ごとに換排気穴(4)の傾斜の向きをタービン側向き及び反タービン側向きに交互に切り替えた配置としている。

【0015】(実施例の作用)以上の様な構成によりもたらされる冷却ガスの流れを図3(a)に示す。図3(a)では簡単のため回転子(1)の換排気穴(4)からエアギャップ(5)へ排出される冷却ガスの流れのみを表現し、他の経路からエアギャップ(5)へ供給される冷却ガスの流れは省略している。又、矢印の矢印によって回転子(1)の換排気穴(4)の傾斜の向きが図3(a)の向かって左側に向いている状態が続いた場合に想定される定常流れを表現しており、破線の矢印によって回転子(1)の換排気穴(4)の傾斜の向きが図3(a)の向かって右側に向いている状態が続いた場合に想定される定常流れを表現している。実際に図1に示される回転子(1)が高速回転した場合、極めて高サイクルの非定常流となる為、上記の2つの定常流れと全く同様の流れ場が交互に現出する訳ではないが、上記の様に全く異なる定常流れ場を与える2種類の境界条件が高サイクルで交互に現われる事によってエアギャップ(5)内の流れの乱れを大幅に増し、エアギャップ(5)内の冷却ガスの混合を促進する。

【0016】(実施例の効果)以上の作用によって得られる効果を図3(b)の曲線図によって示す。本実施例による実験で示した鉄心ダクト内ガス温度 T_{duct} は従来の破線で示した鉄心ダクト内ガス温度 T_{duct} に比べ固定子鉄心排気セクション(12)、(15)内で均一化され、最高値も低く抑えられている。これに伴ない、温度 T_{duct} の冷却ガスによって冷却されるところの本実施例による実験で示した固定子巻線温度 T_{coil} も従来の破線で示した固定子巻線温度 T_{coil} に比べ固定子鉄心排気セクション(12)、(15)内で均一化され、最高値も低く抑えられている。以上により本実施例

5

6

によれば固定子巻線温度T_{coll}の最高値を低減する事ができ、信頼性向上、長寿命化、大容量化及びエアギャップ(5)の高さの減少を許容しうる設計自由度の向上を実現できる。また、本実施例は加工費の増加もわずかで、ラジアルフロー方式のコストメリットをほとんど損う事なく実施しうる。

【0017】(他の実施例)他の実施例としては、まず図4に示す様に楔排気穴(4)の傾斜角を曲線的に変化させた形とする手段がある。この場合、加工費は増大するが、作用・効果の面での改善ができる他、回転子楔(22)の寸法が短い場合にはこの様な形状としなければならないことも生じる。又、楔排気穴(4)の傾斜角度が異なる回転子楔(22)を混用したり、従来の回転子楔(22)との混用等、回転子楔(22)の様々な混用が考えられる。

【0018】又、回転子楔(22)の楔排気穴(4)の傾斜の向きの配置として前記実施例では回転子(1)上の円周方向位置によって切り替えていたが、他の実施例として、回転子(1)上の軸方向位置によって回転子楔(22)の楔排気穴(4)の傾斜の向きを切り替える方式もある。図5にその例を示す。この例では回転子(1)はラジアルフロー方式ではなく、ラジアル・アキシャル・フロー方式としている。回転子(1)の楔排気穴(4)の位置は、あえて固定子鉄心給気セクション(10)に対応させたミスマッチング方式とし、回転子(1)の楔排気穴(4)からエアギャップ(5)に排出される冷却ガスの回転軸方向速度成分によってエアギャップ(5)内の冷却ガスの回転軸方向流れを促進している。この様な方式により、エアギャップ(5)内の冷却ガスの混合に関して従来のマッチング方式よりも改善を計ることができ、固定子巻線温度の均一化を実現できる。

【0019】

【発明の効果】以上説明した様に、本発明によればエアギャップ内の冷却ガスの混合を促進し、固定子鉄心排気セクション内での鉄心ダクト内ガス温度及び固定子巻線温度を均一化し、固定子巻線温度の最高値を低減できるため、大容量化、長寿命化、信頼性向上、及び、エアギャップの高さの減少を許容しうる設計自由度の向上を实

現できる回転電機が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の回転子の一実施例を示す要部斜視図。

【図2】図1に用いた楔を示し、(a)は斜視図、

(b)は(a)の“X”矢視側面図。

【図3】図1の説明図であって、(a)は冷却風の流れ

を示し、(b)は固定子の温度上昇曲線図。

【図4】他の実施例に用いる楔を示す側面図。

【図5】更に異なる他の実施例の通風状態を示す説明

10 図。

【図6】従来例の回転電機を示す通風説明図。

【図7】図6に使用した楔を示す斜視図。

【図8】図6の通風と温度上昇を示す説明図であって、

(a)はエアギャップの冷却風の流れを示し、(b)は

固定子の温度上昇を示す曲線図。

【符号の説明】

1…回転子

2…軸流ファン

3…リテーニングリング

20 4…楔排気穴

5…エアギャップ

6…固定子巻線端部

7…給気通路

8…給気室

9…固定子鉄心

10…固定子鉄心給気セクション

11…エアギャップ端

12…固定子鉄心端部排気セクション

13…端部排気室

30 14…冷却ガススクラ

15…固定子鉄心中央部排気セクション

16…中央部排気室

17…排気通路

18…発電機

19…固定子鉄心半径方向通気ダクト

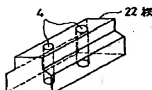
20…鉄心内固定子巻線

21…積附鉄心ブロック

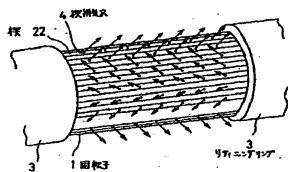
22…楔

【図4】

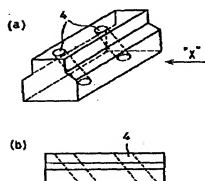
【図7】



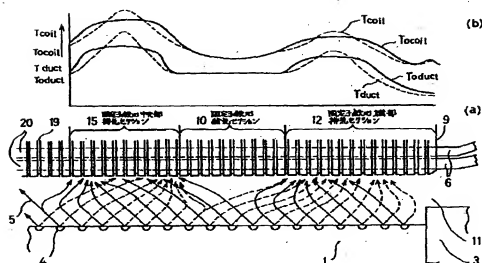
【図1】



【図2】



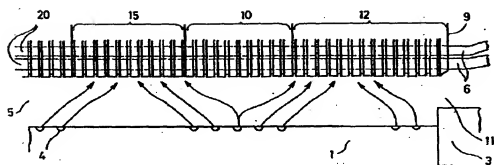
【図3】



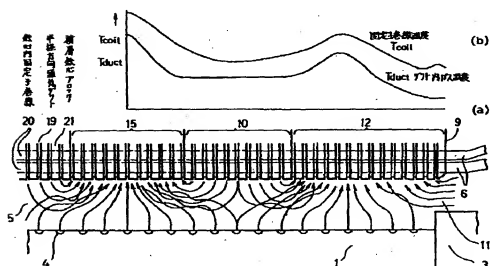
(6)

特開平4-351439

【図5】



【図8】



- 1: 回松子
- 2: 軸 成ファン
- 3: リリニアアリンダ
- 4: 榎 梢成武
- 5: エリヤアア
- 6: 岡定子成武部
- 7: 給良通風器
- 8: 給良器
- 9: 岡定子成武
- 10: 岡定子成武の給良,
セリヤン
- 11: エリヤアア端
- 12: 岡定子成武の端部
排良とファン
- 13: 端部排良器
- 14: 冷却ガスフ
- 15: 岡定子成武のガス部
排良セリヤン
- 16: 中気部排良器
- 17: 排良通風器
- 18: 給良機